

1

PHOTOELECTRIC ENCODER

Publication number: JP2003161646 (A)

Publication date: 2003-06-06

Inventor(s): AOKI TOSHIHIKO

Applicant(s): MITUTOYO CORP

Classification:

- **International:** G01D5/36; G01D5/26; (IPC1-7): G01D5/36

- **European:**

Application number: JP20020256940 20020902

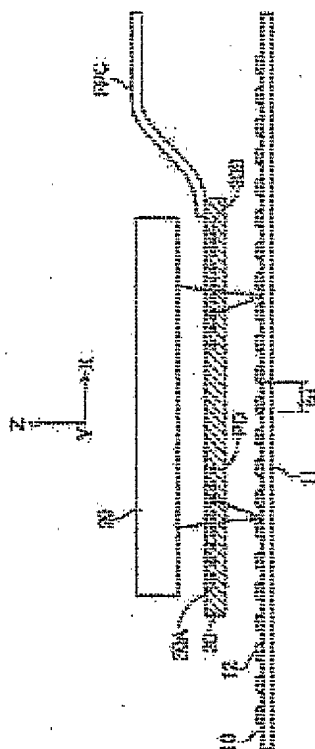
Priority number(s): JP20020256940 20020902; JP20010277674
20010913

Also published as:

JP4244125 (B2)

Abstract of JP 2003161646 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce production costs by improving yields and achieve miniaturization of the device.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

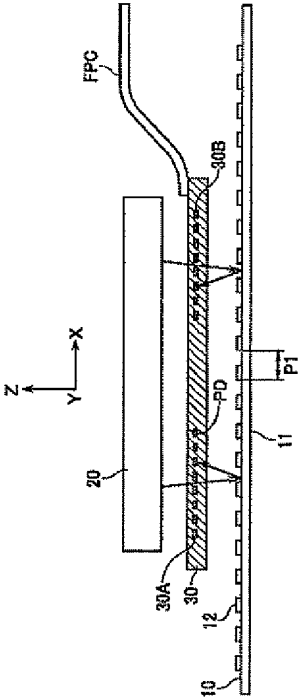
(51)Int.Cl.⁷ 識別記号 F I テーマコード^{*}(参考)
G 0 1 D 5/36 G 0 1 D 5/36 T 2 F 1 0 3
C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L （全 9 頁）

| | | | |
|-------------|-----------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願2002-256940(P2002-256940) | (71)出願人 | 00013/694 株式会社ミットヨ 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号 |
| (22)出願日 | 平成14年9月2日(2002.9.2) | (72)発明者 | 青木 敏彦 神奈川県川崎市高津区坂戸1丁目20番1号 株式会社ミットヨ内 |
| (31)優先権主張番号 | 特願2001-277674(P2001-277674) | (74)代理人 | 100092820 弁理士 伊丹 勝 |
| (32)優先日 | 平成13年9月13日(2001.9.13) | Fターム(参考) | 2F103 BA43 CA03 DA01 DA12 EA15 EA19 EA20 EB06 EB07 EB12 EB16 EB32 EB37 EC17 GA03 GA15 GA16 |
| (33)優先権主張国 | 日本（J P） | | |

(54)【発明の名称】 光電式エンコーダ

(57)【要約】
【課題】 歩留まりを向上させて製造コストを低減すると共に、装置の小型化をも実現する。
【解決手段】 所定の基準格子12が形成された反射型スケール10に向けて、面発光光源20から光束が照射される。面発光光源20と反射型スケール10との間の位置には、面発光光源20と近接させて受光モジュール30が配置される。受光モジュール30は、受光素子アレイ30A、30Bを有し、この受光素子アレイ30A、30Bは、面発光光源30からの光束を部分的に遮光する発光側格子としても作用する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の基準格子が形成された反射型スケールと、

前記スケール上に照射するための光束を発する面状発光面を備えた面発光光源と、

前記面発光光源と前記反射型スケールとの間の位置に前記面発光光源と近接させて配置される光透過部材と、
該光透過部材に形成され前記面発光光源の前面に配置された発光側格子と、

前記光透過部材の内部又は外部に配置された複数の受光素子により構成され前記面発光光源からの光束を前記発光側格子及び前記基準格子を介して受光する受光素子アレイとを備えたことを特徴とする光電式エンコーダ。

【請求項2】 前記発光側格子は、該複数の受光素子の前記面発光光源側に設けられ前記受光素子アレイに接続された電極膜である請求項1に記載の光電式エンコーダ。

【請求項3】 前記光透過部材上の前記面発光光源と対向する位置に形成され、前記面発光光源からの光束を偏向させる偏向光学部材を備えた請求項1に記載の光電式エンコーダ。

【請求項4】 前記受光素子アレイは、その検出信号の位相が異なる複数の受光素子群からなるとともに、この受光素子群と前記発光側格子とが前記反射型スケールの測定軸方向に交互に配置されている請求項1に記載の光電式エンコーダ。

【請求項5】 前記発光側格子は、前記受光素子アレイの配線用の金属膜と同一の工程で同一の材料により形成される請求項4に記載の光電式エンコーダ。

【請求項6】 前記発光側格子は、前記受光素子と同様の構造を備えたダミー素子と、このダミー素子上に形成された金属膜とにより構成されたものである請求項4に記載の光電式エンコーダ。

【請求項7】 前記受光素子アレイは前記発光側格子の側方に設けられた請求項1に記載の光電式エンコーダ。

【請求項8】 前記光透過部材上の前記面発光光源と対向する位置に形成され、前記面発光光源からの光束を偏向させる偏向光学部材を備えた請求項7に記載の光電式エンコーダ。

【請求項9】 前記発光側格子は、前記受光素子アレイの配線用の金属膜と同一の工程で同一の材料により形成される請求項7に記載の光電式エンコーダ。

【請求項10】 前記発光側格子は、前記受光素子と同様の構造を備えたダミー素子と、このダミー素子上に形成された金属膜とにより構成されたものである請求項7に記載の光電式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光電式エンコーダに関し、さらに詳しくは光電式エンコーダの受発光部の

構成の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種の工作機械や測定装置などでは、相対移動する2つの部材の変位を検出する光電エンコーダが使用されている。この光電エンコーダは、LED等の発光素子から射出される光束をスケールに向けて照射し、このスケールで透過、回折又は反射された光束をフォトダイオードなどの受光素子により受光し、この受光光束の状態に基づき物体の変位量を検出するものである。光電式エンコーダが搭載される装置の小型化の要請により、光電式エンコーダについても小型化の要請が強い。

【0003】こうした要請に応えるものとして、発光素子と受光素子とを同一の集積回路基板上にモノリシックに形成した光電エンコーダが知られている。しかし、こうしたモノリシック形成による場合には、製品全体の歩留まりが発光素子の歩留まりと受光素子の歩留まりとの両方に影響され、歩留まり率が低下し、その結果製品が高価格になるという問題がある。また、モノリシック形成の場合には、受光・発光素子がスケールに対し剥き出しの状態に向かい合うため、万一接触すると受発光素子が破損する虞がある。

【0004】一方、発光素子と受光素子とを別々に製造し、ハイブリッドに実装する方法もあるが、この場合には、発光素子、受光素子の個々の保持部材を用意しなければならず、これが小型化の障害になるという問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、この点に鑑み、歩留まりを出来るだけ維持、向上させながら、なお装置全体の大きさを小さく保つことの出来る光電式エンコーダを提供することを目的とする。また、この接触により、受光・発光素子が破損することがない光電式エンコーダを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述の課題達成のため、本発明に係る光電式エンコーダは、所定の基準格子が形成された反射型スケールと、前記スケール上に照射するための光束を発する面状発光面を備えた面発光光源と、前記面発光光源と前記反射型スケールとの間の位置に前記面発光光源と近接させて配置される板状の光透過部材と、該光透過部材の表面又は内部に形成され前記面発光光源からの光束を部分的に遮光する発光側格子と、前記光透過部材の内部に所定の間隔をあけて形成される複数の受光素子により構成され前記面発光光源からの光束を前記発光側格子及び前記基準格子を介して受光する受光素子アレイとを備えたことを特徴とする。

【0007】本発明において、前記発光側格子は、該複数の受光素子の前記面発光光源側に設けられ前記複数の受光素子に駆動電流を供給する電極膜とすることができ

る。また、前記光透過部材上の前記面発光光源と対向する位置に薄膜形成技術により形成され、前記面発光光源からの光束を偏向させる偏向光学部材を備えることもできる。偏向光学部材としては、例えばフレネルレンズが好適である。また、前記受光素子アレイは、その検出信号の位相が異なる複数の受光素子群に分離されるとともに、この受光素子群と前記発光側格子とが前記反射型スケールの測定軸方向に交互に配置されているようにすることができる。この場合、前記発光側格子は、前記受光素子アレイの配線用の金属膜と同一の工程で同一の材料により形成されるのが好ましい。また、前記発光側格子は、前記受光素子と同様の構造を備えたダミー素子と、このダミー素子上に形成された金属膜とにより構成されたものとしてすることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態を、図面に基づいて説明する。

【第一の実施の形態】図1は本発明の第一の実施の形態による反射型の光電式エンコーダの構成を示す。この実施の形態の光電式エンコーダは、反射型スケール10と、この反射型スケール10に光を照射するための面発光光源20と、スケール10からの反射光を変調して取り出して受光する受光モジュール30とを有する。

【0009】反射型スケール10は、スケール基板11に、紙面と垂直な方向（Y軸方向）を長手方向とする基準格子12を所定のピッチP1で形成したものである。面発光光源20としては、面発光ダイオードが好適であり、その他、面発光レーザダイオード、有機又は無機EL素子等が採用できる。受光モジュール30は、スケール10に対して所定のギャップをもって対向配置されて、光源20と共にスケール1に対して図の矢印x方向に相対移動可能とされる。

【0010】受光モジュール30は、図1に示すように、複数の受光素子PDを所定の間隔を空けてX軸方向に並べて形成した受光素子アレイ30A、30Bとされている。受光素子アレイ30A、30Bは、その検出信号の位相が90度異なるものとなるような配置とされており、これにより、変位量のみならず変位方向をも検出可能にされている。この受光素子PDは、例えば図2に示すように、ITO、SnO₂、ZnO等からなる共通下部電極としての透明電極32、P型半導体層34、i型半導体層35、n型半導体層36、上部電極としての金属膜37からなるpinフォトダイオードとすることができるが、PN構造であってもよい。各受光素子PDは、紙面に垂直な方向（Y軸方向）を長手方向とする短冊形状を所定間隔で並べた形にされている。これらの受光素子PDは、透明電極膜32、P型半導体層34、i型半導体層35、n型半導体層36、金属膜37を順次透明基板31の全体に堆積させた後、レジスト、露光・現像、エッチングを行なうことにより形成することがで

きる。又は、ガラス基板上に複数の孔部を形成し、この孔部に受光素子PDを埋め込むようにしてもよい。また、受光素子アレイ30A、30Bは透明な材料からなる保護膜33により覆われる。

【0011】各受光素子PDに光束が入射されると、金属膜37には検出信号が現れ、これがフレキシブルプリント基板FPBにより図示しない内挿回路、信号処理回路に伝達されてスケール10の相対変位量、変位方向が検出される。フレキシブルプリント基板FRBは異方性導電テープにより受光モジュール30と電気的に接続される。なお、フレキシブルプリント基板FRBを使用せず、図3に示すように、内挿回路や信号処理回路を搭載した回路基板40を、はんだバンプ又は金バンプ50により受光モジュール30と接続してもよい。又は、図4に示すように、ワイヤボンディング60により回路基板40と受光モジュール30とを接続してもよい。

【0012】保護膜33は透明な材料で形成される一方、金属膜37は不透明な材料で形成されているので、保護膜33と金属膜37とは、面発光光源20からの光束を部分的に透過させる発光側格子として機能する。

【0013】この発光側格子は、各格子窓が二次光源となって、面発光光源20からの光束を変調させつつ透過させる。この透過した光束は、透明電極32、透明基板31を透過し、基準格子12を備えるスケール10で反射される。反射された光束は透明基板31、透明電極32を透過して受光素子PDに受光される。発光側格子を有する受光モジュール30の移動に伴って、スケール10からの反射像の明暗のパターンが変化するので、この変化のしかたを調べることにより、スケール10の相対変位量及び方向が検出できる。

【0014】このように、本実施の形態では、面発光光源20と、受光素子アレイ30とを別々の工程にて製造し、それぞれの合格品のみを組み立てるようにすることができるので、発光部と受光部をモノリシック的に製造する場合に比べて歩留まりが向上し、製造コストを低減することができる。かつ、面発光ダイオードを面状の受光モジュールに近接させて配置させても破損の心配が無いので、装置の小型化も実現できる。また、面発光光源20、受光モジュール30は対向する面が平面であるので、異方導電性テープ、はんだバンプなどの手法により簡単に一体化することができ、面発光光源について別個の保持機構を必要としない。上記実施の形態では、A、B相の2相正弦波信号を得るようにしているが、A、B相に加えてこれらを180度反転させた/A、/B相信号を生成して4相正弦波信号としてもよい。また、変位方向を知る必要がない場合には、受光素子アレイ30A、30Bのいずれか一方を廃止して単相正弦波信号を得るようにしても良い。

【0015】【第二の実施の形態】次に、本発明の第二の実施の形態を、図5乃至7を用いて説明する。第一の

実施の形態では、受光素子アレイ 30A、30B が発光側格子を兼用していたが、本実施の形態では、図 5 に示すように、発光側格子 70 を受光素子アレイ 30A (30B) の側方に別途設けている。すなわち、第一の実施の形態では、受光素子アレイ 30A (30B) が発光側格子を兼用しているが、本実施の形態では兼用していない。

【0016】また、図 5 に示すように、面発光光源 20 と受光モジュール 30A (30B) との間に光束を偏向させるためのフレネルレンズ FL を配置し、これにより、側方に位置する受光素子アレイ 30A (又は 30B) に基準格子 12 で反射した光束が入射されるようにしてもよい。

【0017】図 6 は受光モジュール 30 の断面構造を示している。透明基板 31 の上には、受光素子アレイ 30A (30B) の p 側共通電極となる ITO、SnO₂、ZnO 等の透明電極 32 が形成される。この透明電極 32 上に、p 型半導体層 34、i 型半導体層 35、n 型半導体層 36 が積層されて、pin 接合の光電変換領域が形成されたフォトダイオード PD が形成されている。このフォトダイオード PD は、透明な材料からなる保護膜 33 で覆われる。また、各フォトダイオード PD の n 型層 36 には金属電極 37 が形成されている。複数本のフォトダイオード PD の金属電極 37 を共通接続するように、出力信号線となる金属配線 38 が形成されている。

【0018】透明基板 31 の発光側格子 70 の領域には、図 6 に示すように受光素子アレイ 30 と同様のフォトダイオード構造が作られている。これらのフォトダイオードはダミー素子である。これらのダミーのフォトダイオードの金属電極 37 が、発光側格子 70 の不透過部としてパターンニングされている。発光側格子 70 の格子ピッチは、スケール 10 のスケール格子ピッチ P1 と同じ (或いはより一般的には P1 の整数倍) とする。なお、図 6 では発光側格子 70 としてダミーのフォトダイオードに金属電極 37 を形成したものを使用しているが、図 7 に示すように、ダミーのフォトダイオードを形成させず、保護膜 33 上に直接金属膜 37' を形成させてもよい。このとき、金属膜 37' は、金属配線 38 と同一の工程により形成するようにするのが好ましい。

【0019】本実施の形態においても、面発光光源 20 と受光素子アレイ 30 とは別々の工程で製造され、それぞれの合格品のみを組み立てるようにすることができるので、発光部と受光部をモノリシック的に製造する場合に比べて歩留まりが向上し、製造コストを低減することができ、かつ、面発光ダイオードを面状の受光モジュールに近接させて配置させても破損の心配がないので、装置の小型化も実現できる。また、上記実施の形態でも、A、B 相の 2 相正弦波信号を得るようにしているが、A、B 相に加えてこれらを 180 度反転させた A、B 相信号を生成して 4 相正弦波信号としてもよい。ま

た、変位方向を知る必要がない場合には、受光素子アレイ 30A、30B のいずれか一方を廃止して単相正弦波信号を得るようにしてもよい。

【0020】[第三の実施の形態] 次に、本発明の第 3 の実施の形態を、図 8 乃至 11 に基づいて説明する。

【0021】図 8 及び 9 に示すように、受光モジュール 30 は、透明基板 31 のスケール 10 と対向する面とは反対側の面に形成された複数の受光素子群 45 (45a, 45b, 45ab, 45bb) と、各受光素子群 45 の間に形成された、照射光を変調する発光側格子としてのインデックススケール 70' とを有する。受光素子群 45 とインデックススケール 70' とが、スケール 1 の測定軸 x 方向に交互に配置されている点が、前記の実施の形態とは異なる。面発光光源 20 は、この様に受光モジュール 30 上に分散的に配置されたインデックススケール 70' に対して略垂直に入射する照射光を出すものとする。複数の受光素子群 45 は、90° ずつ位相がずれた A、B、AB、BB 相の変位信号を出力するものであり、各受光素子群 45 はそれぞれ同相の複数本のフォトダイオード PD を含んで構成されている。

【0022】なお実際の受光モジュール 30 では、複数の受光素子群 45 とインデックススケール 70' は、図 7 に示すように、A、B、AB、BB 相を 1 セットとして、複数セット配列され、各セットの同相出力信号線は共通接続される。これにより、信号強度の保証と S/N 向上が図られる。

【0023】図 10 は、受光モジュール 30 の平面図で、図 11 は図 10 の A-A' 断面図である。透明基板 31 の上には、各受光素子群 45 の p 側共通電極となる ITO、SnO₂、ZnO 等の透明電極 32 が形成される。この透明電極 32 上に、p 型半導体層 34、i 型半導体層 35、n 型半導体層 36 が積層されて、pin 接合の光電変換領域が形成されたフォトダイオード PD が形成されている。このフォトダイオード PD は、透明な材料からなる保護膜 33 で覆われる。また、各フォトダイオード PD の n 型層 36 には金属電極 37 が形成されている。各受光素子群 45 の中の複数本のフォトダイオード PD の金属電極 37 を共通接続するように、出力信号線となる金属配線 38 が形成されている。

【0024】透明基板 31 のインデックススケール 70' の領域には、図 11 に示すように受光素子群 45 の領域と同様のフォトダイオード構造が作られている。これらのフォトダイオードはダミー素子である。これらのダミーのフォトダイオードの金属電極 37 が、インデックススケール 70' の不透過部としてパターンニングされている。すなわち、本実施の形態でも、第 2 の実施の形態と同様、受光素子アレイ 30A (30B) が発光側格子を兼用していない。

【0025】インデックススケール 70' は、図 10 に示すように、受光素子群 45 に挟まれる形で分散的に形

成される。インデックススケール70'の格子ピッチは、スケール10のスケール格子ピッチP1と同じ（或いはより一般的にはP1の整数倍）とし、受光素子群45を間に挟んで分散されるインデックススケール70'の配列ピッチP2は、 $P2 = n \cdot P1$ （nは正の整数）とする。また受光素子群45に含まれる複数本のフォトダイオードPDは同相であるから、ピッチがP1（或いはより一般的にはP1の整数倍）とする。受光素子群45の配列ピッチP3は、 $P3 = (m+1/4) P1$ （mは正の整数）としている。これにより、各受光素子群5から、90°ずつ位相がずれたA、B、AB、BB相の変位信号が得られることになる。

【0026】なお、受光素子群45の配列ピッチP3は、4相出力を得るためには、より一般的には、 $P3 = (m+M/4) P1$ （mは正の整数、Mは奇数）とすればよい。例えば、M=3とすれば、受光素子群5から270°ずつ位相がずれたA、BB、AB、B相の順で変位信号が得られる。また、120°ずつ位相がずれた3相出力を得るためには、受光素子群45の配列ピッチP3は、 $P3 = (m+1/3) P1$ （mは正の整数）とすればよい。

【0027】この様に、この第3の実施の形態では、受光モジュール30には、受光素子群45とインデックススケール70'とが領域が重ならない状態で交互に配列される。このため、上述のように受光素子群45に用いられる金属電極37の材料膜をそのままインデックススケール70'に利用することができる。なお、この第3の実施の形態では、インデックススケール70'としてダミーのフォトダイオードに金属電極37を形成したものを使用しているが、図12に示すように、ダミーのフォトダイオードを形成させず、保護膜33上に直接金属膜37'を形成させてもよい。このとき、金属膜37'は、金属配線38と同一の工程により形成するようにするのが好ましい。

【0028】【変形例】上記第1乃至第3の実施の形態ではスケール10として1次元スケール、1次元受光素子アレイを使用しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、2次元スケール、2次元受光素子アレイとしてもよい。また、上記実施の形態において、半導体層34、35、36はアモルファスシリコンとするのが好適であるが、応答性の向上させるためポリシリコンを用いることも可能である。その他ZnSe、CdSe等も用いることができる。また上記実施の形態では、半導体層34、35、36をこの順で透明電極32上に積層させていたが、この順を入れ替えて、半導体層36、35、34の順で透明電極32上に積層させるようにしてもよい。

【0029】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る光電式エンコーダは、面発光光源と受光素子アレイとは別々の工程で製造され、それぞれの合格品のみを組み立てるようにすることができるので、発光部と受光部をモノリシク的に製造する場合に比べて歩留まりが向上し、製造コストを低減することができ、かつ、面発光光源を面状の光透過部材に近接させて配置させても破損の心配が無いので、装置の小型化も実現できる。また、受光部の保持機構を簡単化できるので、生産効率を高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第一の実施の形態に係る光電式エンコーダの構成を示している。

【図2】 第一の実施の形態に使用される受光モジュール30の構造を示している。

【図3】 第一の実施の形態に使用される受光モジュール30と回路基板50の接続方法の一方法を示している。

【図4】 第一の実施の形態に使用される受光モジュール30と回路基板50の接続方法の他の方法を示している。

【図5】 本発明の第二の実施の形態に係る光電式エンコーダの構成を示している。

【図6】 図5に示す受光モジュール30の断面構造の一例を示す。図7は、受光モジュール30の断面構造の他の例を示す。

【図7】 受光モジュール30の断面構造の他の例を示す。

【図8】 本発明の第三の実施の形態に係る光電式エンコーダの構成を示している。

【図9】 同実施の形態の受光素子群とインデックススケールの複数セットの配置構成を示す図である。

【図10】 同実施の形態の受光モジュール30の平面図である。

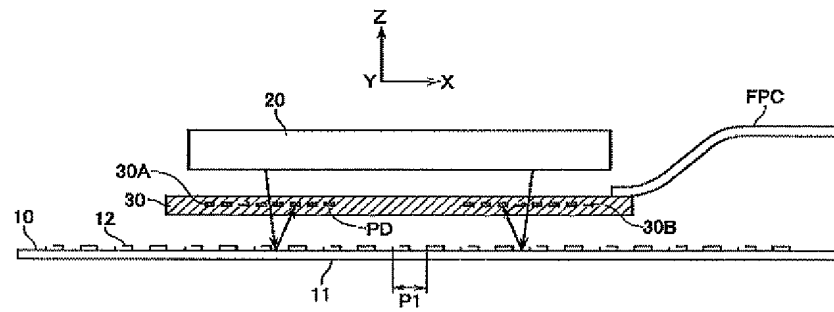
【図11】 図8のA-A'断面図である。

【図12】 第三の実施の形態の変形例を示す。

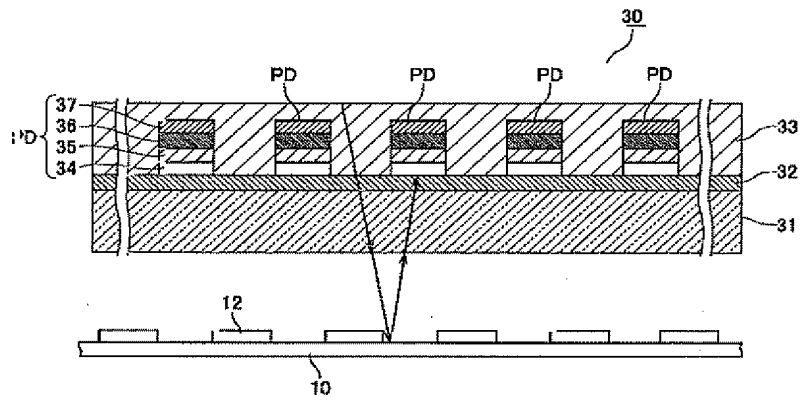
【符号の説明】

- 10 スケール
- 20 面発光光源
- 30 受光モジュール
- 31 透明基板
- 32 透明電極
- 33 保護膜
- 50 回路基板
- 70 発光側格子

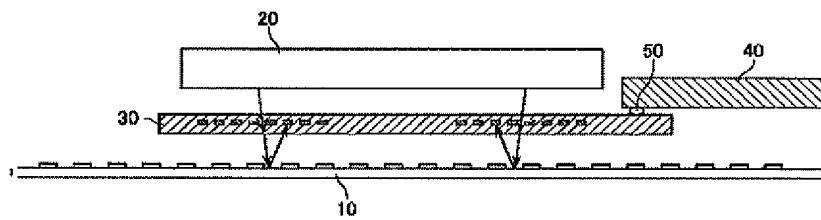
【図1】



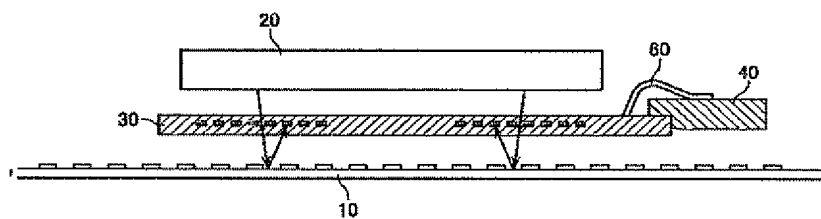
【図2】



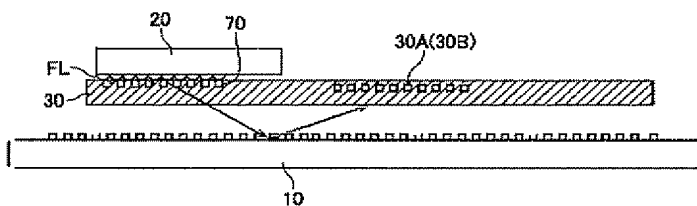
【図3】



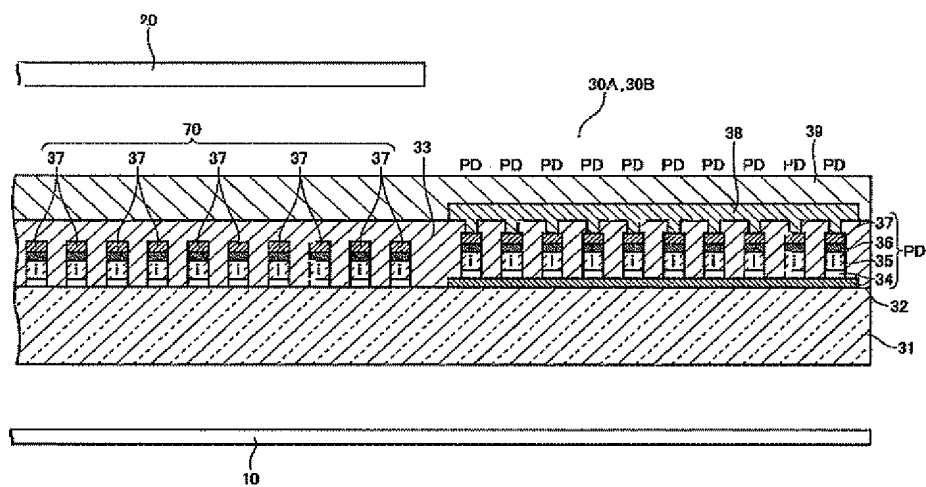
【図4】



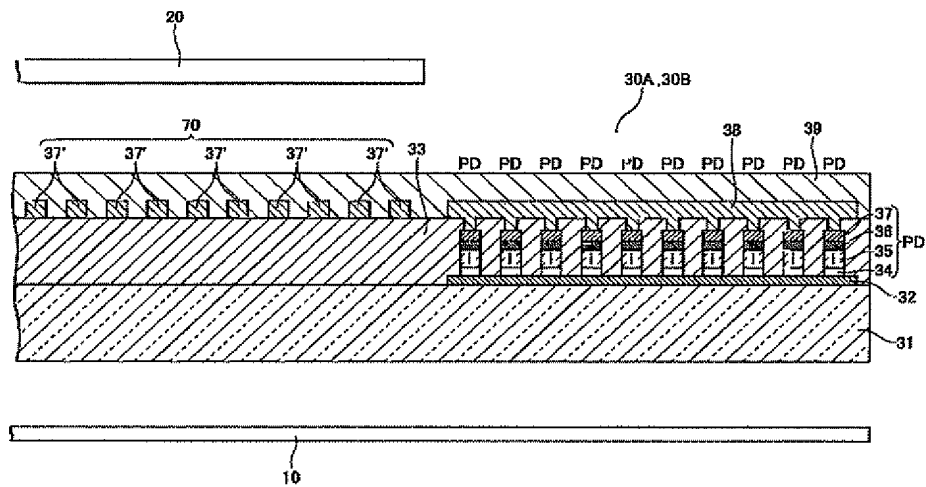
【图5】



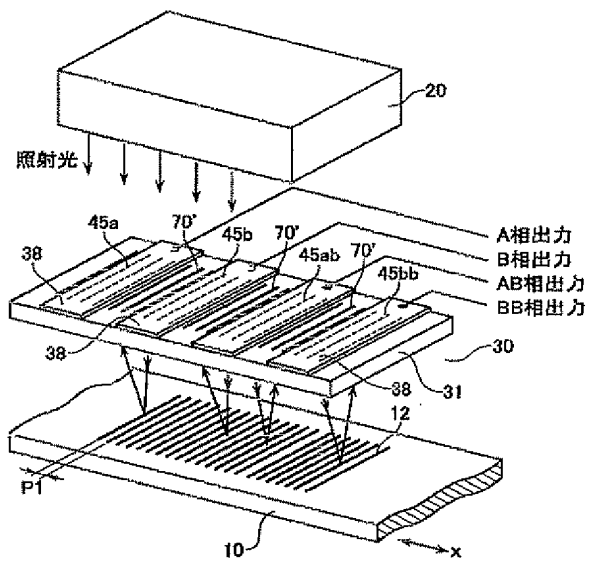
【図6】



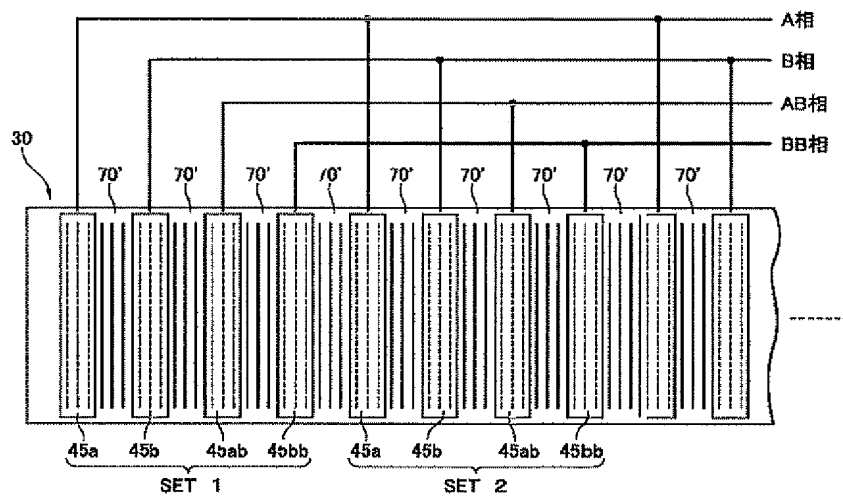
【図7】



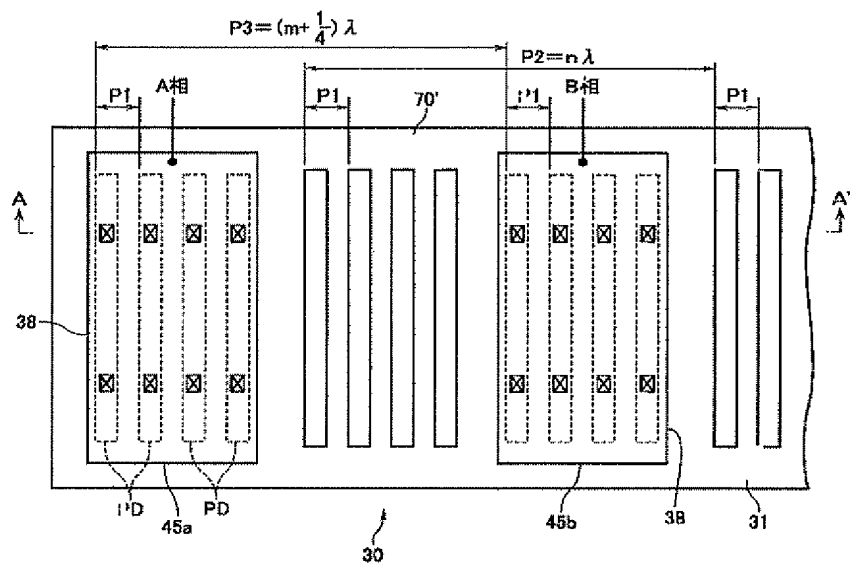
【图8】



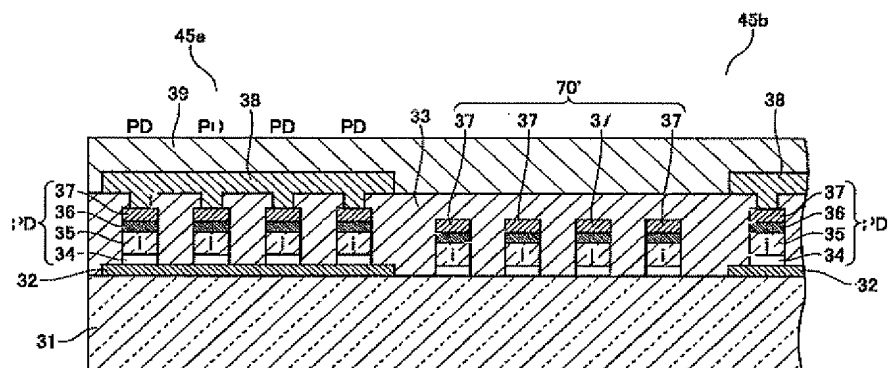
【图9】



【图10】



【图 1-1】



【图 12】

